ReRAMの概要
～ホワイトペーパー～

富士通セミコンダクターメモリソリューション

2023年3月

© 2023 Fujitsu Semiconductor Memory Solution Limited

はじめに

● ReRAMのご紹介

ReRAMは次世代メモリとしてメディアで取り扱われていたため、メモリのひとつとして聞いたことがある方もいるのではないでしょうか。

一方で、ReRAMは組込みメモリとして使われていることが多く、単独のメモリ製品の量産品を供給している会社は少ないです。

当社は2016年に4MビットReRAMの量産品の提供を開始し、今日では8Mビット品および12Mビット品を提供しています。

なかなかReRAMには馴染みが薄いというお客様や簡単にReRAMを理解したいというお客様に向けて以下の流れでご紹介します。

◎本資料の目次

1）ReRAMの概要
2）ReRAMのラインナップ
3）ReRAMの特長
4）ReRAMの商談事例
5）ReRAMによるソリューション
6）おわりに

本資料の目次

1 概　　要 ｜ **ReRAMとは？**
2 ラインナップ ｜ **ReRAMのラインナップと注目の製品**
3 特　　長 ｜ **ReRAMの特長**
4 商談事例 ｜ **ReRAMの商談事例**
5 ソリューション ｜ **ReRAMによるソリューション**
6 おわりに ｜ **当社とReRAMの役割**

© 2023 Fujitsu Semiconductor Memory Solution Limited

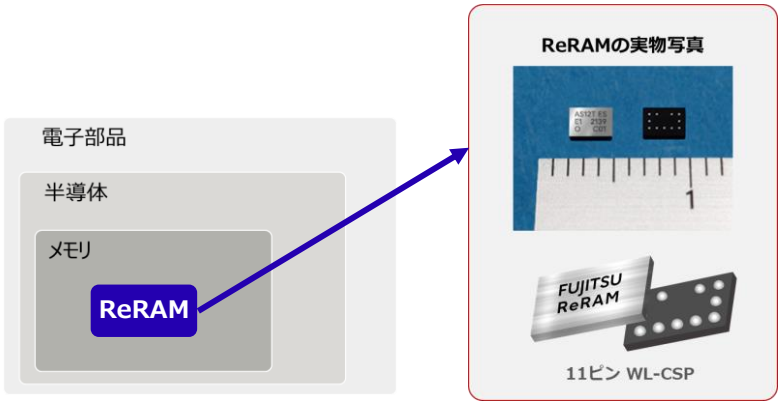
1.ReRAMの概要

● ReRAMとは？

ReRAMは、エレクトロニクス産業の中の電子部品のひとつで半導体製品に属します。半導体製品には、マイコン、ロジックIC、アナログIC、メモリなどいろいろな種類がありますが、ReRAMはDRAMやフラッシュメモリなどに代表される**「メモリ」**のひとつです。

ReRAMは、電極に挟まれた金属酸化膜の抵抗値の違いによってデータを記憶するメモリですので、**抵抗変化型メモリ**とも呼ばれています。抵抗変化型メモリの英訳である、**Resistive Random Access Memoryの略称**として、ReRAMと呼ばれています。

図1: ReRAMの位置付けと外観

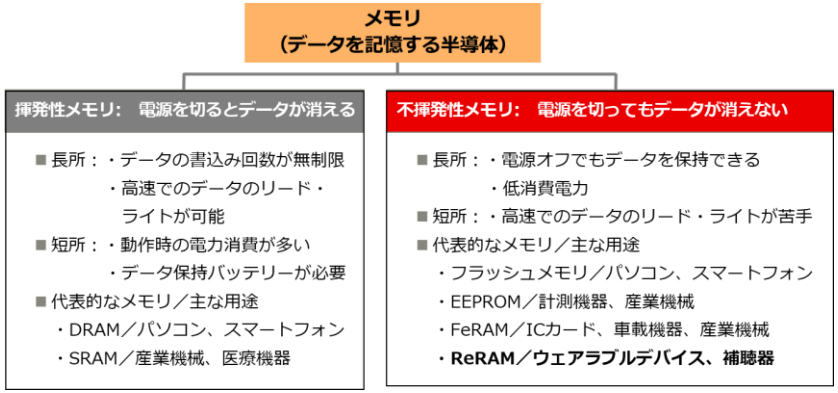


● 不揮発性メモリのReRAM

メモリはデータを記憶するための半導体製品ですが、大きく分けて２種類に分類されます。ひとつは本体の電源を切ると書き込まれていたデータが消える「揮発性メモリ」です。よく知られている揮発性メモリは、DRAMです。

もうひとつは、電源を切ってもデータが消えない「不揮発性メモリ」です。代表的は不揮発性メモリは、フラッシュメモリです。当社が提供しているFeRAMと同様に**ReRAMは不揮発性メモリ**になります。

図2: メモリの分類



© 2023 Fujitsu Semiconductor Memory Solution Limited

1.ReRAMの概要

● ReRAMとFeRAMの用途の違い

当社は不揮発性メモリとして、FeRAMとReRAMを提供しています。この両者は異なる特長を持っているため、得意とする用途が異なります。

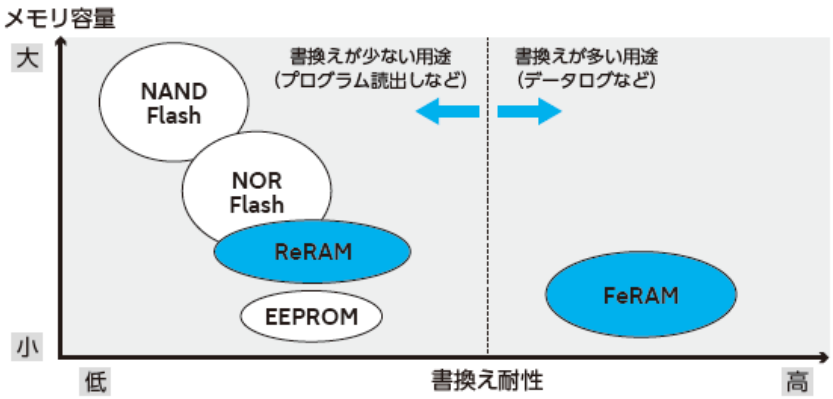
ReRAMの一番の強みは読出し時の動作電流が非常に小さいことです。データの読出し回数が無制限なので、プログラムを頻繁に読み出す用途に向いています。また、読出し時の電流が非常に小さいので、バッテリーで動作する小型機器では電池の寿命を延ばすことが期待できます。例えば、補聴器やスマートウォッチなど小型のウェアラブルデバイスに最適です。

一方で、FeRAMの強みは、データの書換え保証回数が多いことです。最大100兆回のデータ書換えが可能なためリアルタイムでデータを書き続ける用途に向いています。例えば、メーター、産業ロボット、自動車での情報を記録するメモリとして採用されています。

表1: ReRAMとFeRAMの特長

ReRAM	FeRAM
不揮発性 ・電源オフでもデータを保持	不揮発性 ・電源オフでもデータを保持
低読出し電流 ・平均0.15mA（@5MHz） ・最大0.7mA（@10MHz）	高書換え耐性 ・最大100兆回の書換え保証
大容量 ・最大12Mビット	高速書換え ・データの重ね書きが可能 （消去動作が不要）
超小型パッケージ ・2mm x 3mm(12Mビット品)	低消費電力 ・短書込み時間による省電力 ・書込みに内部昇圧が不要

図3: 不揮発性メモリの位置付け



© 2023 Fujitsu Semiconductor Memory Solution Limited

1.ReRAMの概要

● ReRAMの構造

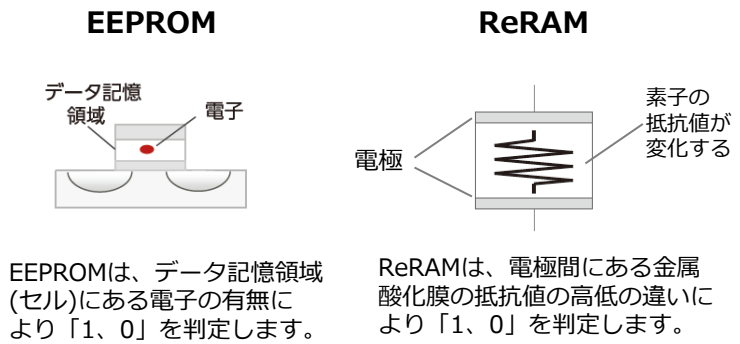
ReRAMは半導体素子の抵抗値を利用したメモリです。その構造は、データに記憶する方法が、EEPROMやフラッシュメモリなどの汎用の不揮発性メモリとは異なります。

汎用のメモリは、データの記憶領域にある電荷の有無で「１、０」のデータを判定します。(図4の左図)

これに対して、ReRAMは電極に挟まれた金属酸化膜の抵抗値を電圧を印加することで変化させて、高抵抗か低抵抗かによって「１、０」を判定します。(図4の右図)

抵抗値を変化させるために電圧を加えるというストレスが素子にかかるので書込み回数には制限がありますが、読出しは抵抗値の状態を読み取るだけなので、データ読出しの保証回数は無制限となるのです。

図4: EEPROMとReRAMの記憶構造



© 2023 Fujitsu Semiconductor Memory Solution Limited

2.ReRAMのラインナップ

FUJITSU

● ReRAMのラインナップ

現在、市場ではReRAMがメモリセルとして組み込まれたICが数多くありますが、当社ではReRAMを単独のメモリ製品として提供しています。

当社が提供しているReRAM製品はSPIインターフェースの製品です。メモリの容量は8Mビットと12Mビットです。この2種類の製品は、電源電圧、インターフェース、パッケージが同じですので互換性があります。

製品の仕様については、それぞれのデータシートをご確認ください。

表2: ReRAMのラインナップ

製品名	MB85AS12MT	MB85AS8MT
メモリ容量	12Mビット	8Mビット
電源電圧	1.6～3.6V	1.6～3.6V
読出し電流	最大0.7mA	最大0.7mA
読出し回数	無制限	無制限
書換え回数	50万回	100万回
パッケージ	11ピン WL-CSP	11ピン WL-CSP

(2023年2月現在)

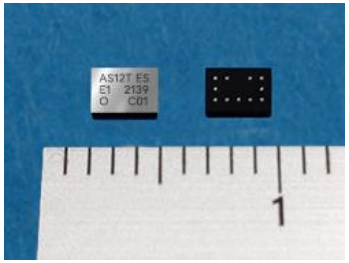
● 注目の製品- 12MビットのReRAM

当社は、ReRAMでは最大メモリ容量となる12Mビット製品の「MB85AS12MT」を提供しています。

本製品は2mm x 3mmの小型パッケージに新聞紙で約90ページ分のテキストデータを記録できるメモリです。読出し電流が非常に小さいため、小型精密機器の電池寿命を延ばすことが期待できます。例えば、補聴器やスマートウォッチなどのウェアラブルデバイスに最適です。

図5: 12MビットReRAM

パッケージ写真
(表面・裏面)



最適なアプリケーション
(ウェアラブルデバイス)

© 2023 Fujitsu Semiconductor Memory Solution Limited

3.ReRAMの特長

● ReRAMの4つの特長

繰り返しになりますが、ReRAMは**「不揮発性」「低読出し電流」「大容量」「超小型パッケージ」**の４つの特長をもっています。

つまり、小型のパッケージでありながら12Mビットのメモリ容量をもち、読出し電流も少ないというメモリです。この特長により、頻繁にデータを読み出す小型の精密機械に適しているメモリと言えます。

図6: ReRAMの特長

不揮発性
・電源が切れてもデータが消えない
・バッテリーフリー (グリーン化製品)

大容量
・12Mビットのメモリ容量

低読出し電流
・平均0.15mAと僅少(5MHz動作時)
・最大でも0.7mA(10MHz動作時)

超小型パッケージ
・約2mm x 3mmの11ピンWL-CSP

● 汎用メモリとの比較

表2では、従来のメモリ製品との特長比較を示しています。リストアップしているEEPROM、フラッシュメモリ、SRAMの汎用メモリは、ReRAMとの置き換えが容易なメモリになります。

ReRAMは、他のメモリと比べると読出し電流、書込み電流ともに少ないことが分かります。動作時の電源電圧も1.6Vから動作するため、動作時の消費電力を低く抑えることができます。また、電源がオフのときにデータ保持用バッテリーが必要なSRAMと比べると、不揮発性メモリのReRAMはバッテリーが要らないため、使い勝手が良いメモリです。

これらの理由により、ReRAMは動作時の電力が少ないメモリと言えるので、低消費電力の点で優位性があるメモリと言えます。

表3: 汎用メモリとの特長比較

項　目	ReRAM	EEPROM	フラッシュメモリ	SRAM
メモリタイプ	不揮発性	不揮発性	不揮発性	揮発性
データ保持用バッテリー	不要	不要	不要	必要
読出し電流	0.15mA (@5MHz)	3mA (@5MHz)	4mA (@33MHz)	20mA (@55ns)
書込み電流	1.5mA	3mA	15mA	20mA (@55ns)
読出し回数	無制限	無制限	無制限	無制限
書換え回数	100万回	100万回	10万回	無制限
電源電圧(下限)	1.6V～	1.8V～	2.7V～	2.7V～

© 2023 Fujitsu Semiconductor Memory Solution Limited

3.ReRAMの特長

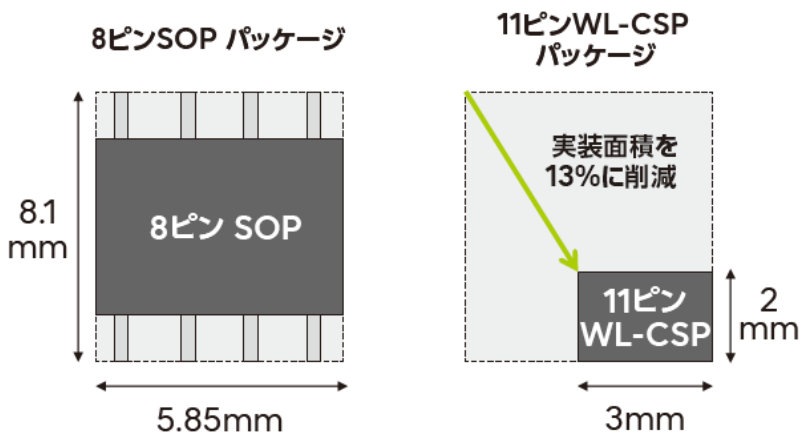
● 特長　– 大容量＋小型パッケージ

当社のReRAM製品のパッケージは、2mm x 3mm サイズ（6平方ミリメートル）のWL-CSP（Wafer Level Chip Size Package）です。SPIインターフェースの不揮発性メモリの多くで見られる8ピンSOPではパッケージから脚（リード）がでていますが、WL-CSPでは裏面にコンタクトのためのボールを配置しているため、実装面積が少なくて済みます。

例えば8ピンSOPの4MビットFeRAMと比べると12MビットのReRAMは、メモリ容量が３倍になったうえに実装面積も80%以上削減できます。

お客様が小型で、かつデータ書込みよりもデータ読出しを頻繁におこなうアプリケーション向けのメモリをご希望の場合は、ReRAMをご提案の選択肢に加えています。

図7: SOPとWL-CSPの実装面積の比較



© 2023 Fujitsu Semiconductor Memory Solution Limited

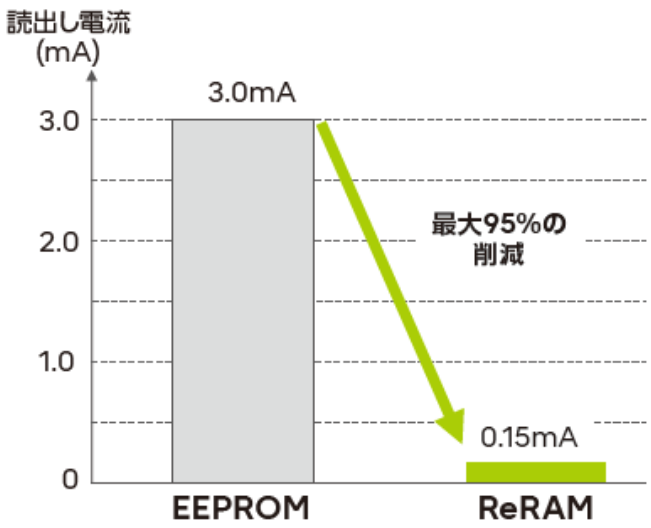
3.ReRAMの特長

● 特長　– 低読出し電流

ReRAMの読出し電流は、5MHz動作時で平均0.15mAです。これは、EEPROMが同じ5MHz動作時では平均3.0mAなのと比べると、約95%も低い値になります。

この特長は、バッテリーで動作するウェアラブルデバイスに最適です。具体的には、補聴器などで初めに初期設定（パラメータ）のデータを記録したあと、使用時にはそのデータを頻繁に利用（データ読出し）しますが、そのような用途では読出し電流が少ない方がバッテリーの消耗を減らすことができます。

図8: 読出し電流の比較



© 2023 Fujitsu Semiconductor Memory Solution Limited

4.ReRAMの商談事例

FUJITSU

● 商談事例 – ウェアラブルデバイス

　これまで紹介したように、ReRAMが他のメモリと比べて一番の強みは、「低読出し電流」になります。電流が少なくて一番助かる用途として、バッテリーで動作する電気製品です。

　その電気製品の中でも、「メモリに小さなパッケージサイズが求められる用途」で、かつ「データの読出しが頻繁に行られる用途」であるウェアラブルデバイスが当社のReRAMに適した用途と言えます。

　ただし、最近では持続可能な社会に向けて、電気製品の省電力化が強く求められる時代になっています。ウェアラブルデバイスに限らず、データ読出しが多い電子機器全般に向けて、消費電力の削減に貢献できるReRAMをご検討いただきたいと考えています。

図9: ReRAMの用途例

スマートウォッチ

スマートグラス

補聴器

© 2023 Fujitsu Semiconductor Memory Solution Limited

5.ReRAMによるソリューション

FUJITSU

● お客様の課題とReRAMによる解決策

まとめになりますが、従来のReRAM、EEPROM、SRAMをご使用中のお客様が次のような課題をお持ちの場合は、当社のReRAMをご検討ください。

1) 8Mビットではメモリ容量が足りない
2) メモリ容量を増やしたいが、実装面積が限られているのでパッケージサイズを大きくできない
3) 消費電力を減らしたいが、従来の不揮発性メモリでは大きく電力を減らすのが難しい

これらの課題に対しては、12MビットReRAMへの置き換えにより解決できることがあります。

1) 8Mビットの1.5倍の12MビットReRAMがあります
2) 2mm x 3mmの小型パッケージで12Mビット品を提供できます。8MビットReRAMをご使用の場合でも、同じピン配置、同じパッケージの12Mビット品に置き換え可能です
3) 読出し電流が他の不揮発性メモリの10%以下であり、しかも電源電圧が1.6Vのため消費電力を低減できます

図10: お客様の課題と解決案（ソリューション）

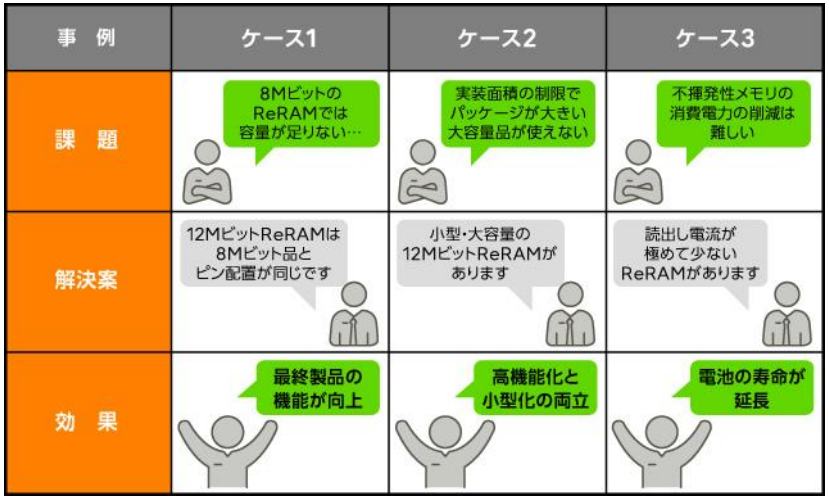
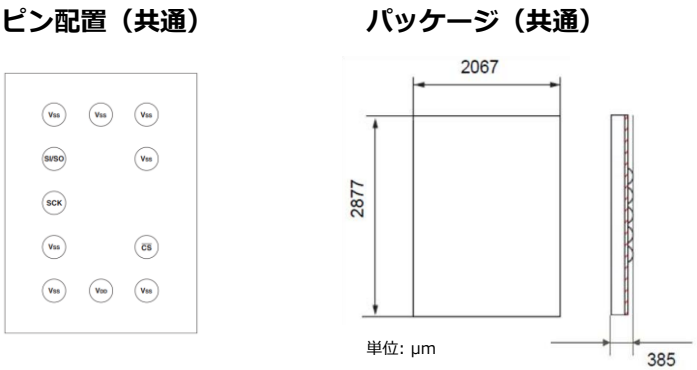


図11: ReRAMのピン配置と寸法（8M/12Mビット品は同一）



© 2023 Fujitsu Semiconductor Memory Solution Limited

6.おわりに

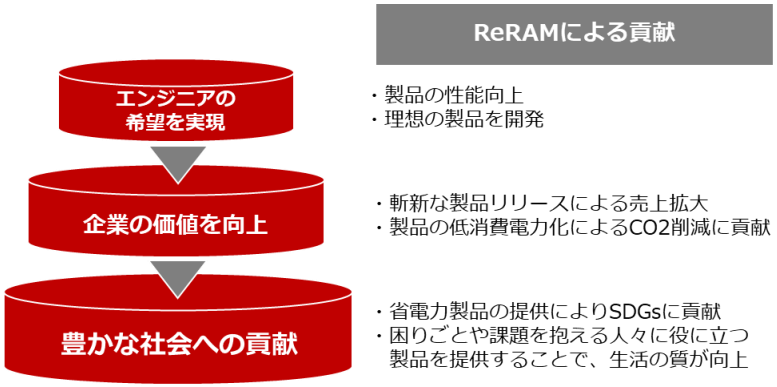
● 当社とReRAMの役割

ReRAMはメモリという電子部品のひとつに過ぎません。しかし、その特長と機能を最大限の価値として提供できるならば、私たちは社会への貢献ができると考えています。

1）エンジニアの希望を実現
今までなかったメモリを提供することで
・製品の性能向上
・理想の製品を開発
2）企業の価値を向上
・斬新な製品のリリースによる売上拡大
・製品の低消費電力化によるCO2削減に貢献
3）豊かな社会への貢献
・省電力製品の提供によりSDGsに貢献
・困りごとや課題を抱える人々に役に立つ製品を提供することで、生活の質が向上

当社のReRAMは、お客様の製品を通して社会に貢献することが役割のひとつと考えています。

図12: ReRAMによる社会への貢献



© 2023 Fujitsu Semiconductor Memory Solution Limited

Thank you

© 2023 Fujitsu Semiconductor Memory Solution Limited